COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 OCTOBRE 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Dumas** communique à l'Académie la décision adoptée à l'unanimité par le Congrès des électriciens sur les propositions qui lui ont été présentées par sa première Section.

« On sait que l'Association britannique pour l'avancement des Sciences a nommé, il y a quelques années, une Commission chargée d'étudier cette question et de fixer les étalons de mesure pour les phénomènes électriques. Cette Commission s'est arrêtée au choix d'un système d'unités basé sur la détermination des forces physiques en unités absolues rapportées au système métrique. Les unités fondamentales sont le centimètre, la masse du gramme et la seconde de temps moyen, et le système ainsi constitué est désigné par le symbole C. G. S. Pour les mesures pratiques, il a paru nécessaire de choisir des unités qui ne donnent pas des nombres trop grands ou trop petits pour les quantités dont on fait usage habituellement et utile de désigner ces unités par des noms spéciaux qui rendent le langage plus facile. A l'exemple de ce qui avait été fait déjà dans les réunions de l'Association britannique, le Congrès a décidé que les cinq unités les plus importantes : courant, force électromotrice, résistance, capacité élec-

trique et quantité d'électricité, seraient désignées par les mots *ampère*, *volt*, *ohm*, *farad* et *coulomb*.

» L'unité la plus importante au point de vue pratique, et dont toutes les autres peuvent se déduire facilement par des expériences simples, est celle de la résistance. En Allemagne, on adopte généralement comme étalon l'unité dite *de Siemens*, définie, comme l'avait autrefois proposé Pouillet, par la résistance d'une colonne de mercure de 1^{mmq} de section et de 1^{m} de longueur. Cette résistance équivaut environ aux $\frac{95}{100}$ de l'ohm, qui a été adopté par l'Association britannique.

» Dans la discussion qui a eu lieu sur ce point, on a admis sans conteste que l'étalon de résistance doit être représenté par une colonne de mercure, les métaux solides pouvant présenter dans leurs propriétés électriques des variations qui dépendent du temps et des opérations mécaniques ou physiques auxquelles ils ont été soumis, variations qui ne sont pas encore suffisamment connues. Une colonne de mercure, au contraire, aura toujours, à la même température, une résistance définie. D'autre part, il a paru très important que l'unité de résistance fût établie sur une base purement scientifique et rapportée aux unités absolues.

» Après une discussion approfondie, le Congrès a décidé de conserver la définition de l'Association britannique et d'employer le mercure comme étalon; mais il a jugé qu'il était nécessaire de faire de nouvelles recherches pour déterminer la longueur de la colonne de mercure à zéro, qui devra être acceptée dans la pratique comme représentant avec une approximation suffisante la résistance d'un ohm.

» Ces travaux ne peuvent être accomplis que par une Commission internationale de savants. Le Congrès a prié M. le Ministre des Postes et des Télégraphes de prendre des mesures pour que cette Commission soit convoquée dans le plus bref délai. Le résultat en est impatiemment attendu par la Science et l'Industrie.

» Les résolutions adoptées par le Congrès sont les suivantes :

» 1° On adoptera pour les mesures électriques les unités fondamentales : centimètre, masse du gramme, seconde, et ce système est désigné, pour abréger, par les lettres C. G. S.

» 2° Les unités pratiques, l'*ohm* et le *volt*, conserveront leurs définitions actuelles : l'ohm est une résistance égale à 10^9 unités absolues (C. G. S.); le volt est une force électromotrice égale à 10^8 unités absolues (C. G. S.).

» 3° L'unité pratique de résistance (*ohm*) sera représentée par une co-

lonne de mercure de 1^{mmq} de section à la température de 0° C. Une Commission internationale sera chargée de déterminer, par de nouvelles expériences, pour la pratique, la longueur de la colonne de mercure de 1^{mmq} de section à la température de 0° C., qui représentera la valeur de l'ohm.

» 4° On appelle *ampère* le courant produit par la force électromotrice d'un volt dans un circuit dont la résistance est d'un ohm.

» 5° On appelle *coulomb* la quantité d'électricité définie par la condition que, dans le courant d'un ampère, la section du conducteur soit traversée par un coulomb par seconde.

» 6° On appelle *farad* la capacité définie par la condition qu'un coulomb dans un condensateur dont la capacité est d'un farad établisse entre les armatures une différence de potentiel d'un volt. »

M. **Dumas** appelle l'attention de l'Académie sur les résultats remarquables d'une opération exécutée au Palais de l'Industrie par M. C.-W. Siemens, dans la section de l'exposition de la Grande-Bretagne.

Il s'agit de la fusion de quelques kilogrammes d'acier, obtenue par le courant électrique, dans un creuset de magnésie. La fusion, opérée en quatorze minutes, n'a exigé pour la mise en mouvement de la machine électrodynamique qu'une dépense de charbon inférieure à celle qu'eût exigée la fusion directe dans un fourneau ordinaire.

M. Dumas met sous les yeux de l'Académie le lingot d'acier obtenu.

ASTRONOMIE. — *Sur les déplacements séculaires des plans des orbites de trois planètes*; par M. **F. Tisserand.**

« On trouve dans le Tome IV des Œuvres de Lagrange, publiées par M. Serret, un Mémoire *Sur le mouvement des nœuds des orbites planétaires.* Lagrange y considère spécialement le cas de trois planètes, et il cherche à déterminer les mouvements séculaires des plans de leurs orbites, sans supposer que les angles que font ces orbites avec un plan fixe soient petits, comme on le suppose généralement. Il peut déterminer aisément les expressions analytiques, en fonction du temps, des angles que les orbites font entre elles; mais il abandonne la seconde partie du problème, celle qui consiste à déterminer les positions absolues des orbites; les équations différentielles qu'il lui aurait fallu intégrer lui ont paru trop compliquées.

» Dans une Note publiée dans *les Mondes* (12 mai 1864), M. Radau est revenu sur la seconde partie du problème de Lagrange; par des transformations ingénieuses, il est arrivé, pour déterminer les cosinus des angles que font les trois orbites avec un plan fixe, à trois équations différentielles simultanées du premier ordre; ces équations sont linéaires, et les coefficients des inconnues y sont des fonctions doublement périodiques.

» Je citerai encore un travail plus récent de M. Hübner sur le même sujet (*voir* le *Jahrbuch über die Forschritte der Mathematik*, Vol. VIII, p. 739). L'auteur montre que les trois cosinus z, z', z'' des inclinaisons des orbites sur un plan fixe vérifient le système suivant d'équations différentielles,

$$\frac{d^2 z}{dt^2} = Az + Bz' + Cz'',$$

$$\frac{d^2 z'}{dt^2} = A'z + B'z' + C'z'',$$

$$\frac{d^2 z''}{dt^2} = A''z + B''z' + C''z'',$$

où les coefficients A, B, ... sont de la forme

$$P + Q \sin^2 \operatorname{am} ht,$$

P, Q, h désignant des constantes

» J'ai repris l'étude de cette même question, et j'ai été assez heureux pour obtenir les expressions analytiques de z, z', z'', en fonction du temps, et aussi celles des longitudes des nœuds, ce qui détermine entièrement les positions des plans des orbites; ces expressions contiennent seulement deux intégrales elliptiques de troisième espèce, en outre du sinus d'amplitude qui figure dans les inclinaisons mutuelles des orbites.

» Soient

a, a', a'' les demi-grands axes des orbites,
φ, φ', φ'' leurs inclinaisons sur un plan fixe,
θ, θ', θ'' les longitudes de leurs nœuds ascendants,
m, m', m'' les rapports des masses des trois planètes à celle du Soleil,

$$\mathfrak{a} = a(1+m), \quad \mathfrak{a}' = a'(1+m'), \quad \mathfrak{a}'' = a''(1+m'').$$

» Le système d'équations à intégrer est le suivant :

$$(1)\quad \begin{cases} m\sqrt{a}\sin\varphi\,\dfrac{d\varphi}{dt} = -\dfrac{d\Omega}{d\theta},\\ m\sqrt{a}\sin\varphi\,\dfrac{d\theta}{dt} = +\dfrac{d\Omega}{d\varphi},\\ m'\sqrt{a'}\sin\varphi'\,\dfrac{d\varphi'}{dt} = -\dfrac{d\Omega}{d\theta'},\\ m'\sqrt{a'}\sin\varphi'\,\dfrac{d\theta'}{dt} = +\dfrac{d\Omega}{d\varphi'},\\ m''\sqrt{a''}\sin\varphi''\,\dfrac{d\varphi''}{dt} = -\dfrac{d\Omega}{d\theta''},\\ m''\sqrt{a''}\sin\varphi''\,\dfrac{d\theta''}{dt} = +\dfrac{d\Omega}{d\varphi''}, \end{cases}$$

où

$$(2)\quad \begin{cases} \Omega = \quad m'm''\Phi_{1,2}[\cos\varphi'\cos\varphi'' + \sin\varphi'\sin\varphi''\cos(\theta''-\theta')]\\ \qquad + m''m\,\Phi_{0,2}[\cos\varphi''\cos\varphi + \sin\varphi''\sin\varphi\cos(\theta-\theta'')]\\ \qquad + mm'\,\Phi_{0,1}[\cos\varphi\cos\varphi' + \sin\varphi\sin\varphi'\cos(\theta'-\theta)]; \end{cases}$$

$\Phi_{1,2}$, $\Phi_{0,2}$, $\Phi_{0,1}$ sont des constantes, dépendant de a, a', a''.

» Ces formules se déduisent des équations de la page 137 de la *Mécanique analytique*, t. II, édition de M. Bertrand.

» Soient

x le cosinus de l'inclinaison mutuelle des orbites de m' et m'',
x' » » » m'' et m,
x'' » » » m et m';

on aura

$$(3)\quad \begin{cases} x = \cos\varphi'\cos\varphi'' + \sin\varphi'\sin\varphi''\cos(\theta''-\theta'),\\ x' = \cos\varphi''\cos\varphi + \sin\varphi''\sin\varphi\cos(\theta-\theta''),\\ x'' = \cos\varphi\cos\varphi' + \sin\varphi\sin\varphi'\cos(\theta'-\theta). \end{cases}$$

» On tire de (1), (2), (3), par un calcul facile,

$$(4)\quad \begin{cases} \dfrac{dx}{dt} = -AU,\\ \dfrac{dx'}{dt} = -A'U,\\ \dfrac{dx''}{dt} = -A''U; \end{cases}$$

en posant

$$\text{(5)} \qquad U = \sqrt{1 - x^2 - x'^2 - x''^2 + 2xx'x''}$$

et désignant par A, A′, A″ trois constantes, définies par les équations suivantes :

$$\text{(6)} \qquad \begin{cases} A = \dfrac{m}{\sqrt{a'a''}}\left(\sqrt{a''}\,\Phi_{0,1} - \sqrt{a'}\,\Phi_{0,2}\right), \\ A' = \dfrac{m'}{\sqrt{a''a}}\left(\sqrt{a}\,\Phi_{1,2} - \sqrt{a''}\,\Phi_{0,1}\right), \\ A'' = \dfrac{m''}{\sqrt{aa'}}\left(\sqrt{a'}\,\Phi_{0,2} - \sqrt{a}\,\Phi_{1,2}\right). \end{cases}$$

On voit qu'on a un système séparé, le système (4), pour déterminer x, x', x''. Si l'on pose

$$du = U\,dt,$$

on tirera de (4), en désignant par x_0, x'_0, x''_0 les valeurs initiales x, x', x'',

$$\text{(7)} \qquad \begin{cases} x = x_0 - Au, \\ x' = x'_0 - A'u, \\ x'' = x''_0 - A''u; \end{cases}$$

si l'on porte ces valeurs dans l'expression (5) de U, on voit que U^2 sera un polynôme de troisième degré en u, et la formule

$$t = \int_0^u \frac{du}{U}$$

nous montre que le problème conduit à une intégrale elliptique; on aura, pour exprimer u en fonction du temps, une expression de la forme

$$\text{(8)} \qquad u = \alpha + \beta \sin^2 \operatorname{am}(t + \tau).$$

» Les équations (7) et (8) déterminent x, x', x'' en fonction du temps; en se reportant aux équations (3), on voit qu'il nous reste à trouver entre nos six variables φ, φ', φ'', θ, θ', θ'', trois relations distinctes, renfermant trois nouvelles constantes arbitraires.

» En posant

$$M = m\sqrt{a}, \quad M' = m'\sqrt{a'}, \quad M'' = m''\sqrt{a''},$$

et désignant par C_1, C_2, C_3 trois constantes arbitraires, on tire facilement

des équations (1) et (2) les intégrales suivantes :

$$(9)\quad \begin{cases} M \sin\varphi \sin\theta + M' \sin\varphi' \sin\theta' + M'' \sin\varphi'' \sin\theta'' = C_1, \\ M \sin\varphi \cos\theta + M' \sin\varphi' \cos\theta' + M'' \sin\varphi'' \cos\theta'' = C_2, \\ M \cos\varphi \qquad + M' \cos\varphi' \qquad + M'' \cos\varphi'' \qquad = C_3. \end{cases}$$

» Ces trois intégrales se réduisent à (2), en tenant compte des équations (7); on déduit en effet des équations (9), en ayant égard à (3),

$$C_1^2 + C_2^2 + C_3^2 = M^2 + M'^2 + M''^2 + 2M'M''x + 2M''Mx' + 2MM'x'';$$

mais, en se reportant aux formules (6) et (7), on trouve

$$M'M''x + M''Mx' + MM'x'' = M'M''x_0 + M''Mx'_0 + MM'x''_0;$$

il en résulte, en représentant la somme $C_1^2 + C_2^2 + C_3^2$ par C^2,

$$(10)\qquad C^2 = M^2 + M'^2 + M''^2 + 2M'M''x_0 + 2M''Mx'_0 + 2MM'x''_0;$$

c'est une relation entre les six constantes C_1, C_2, C_3, x_0, x'_0, x''_0.

» Posons, en désignant par Φ et Θ deux constantes arbitraires,

$$C_1 = C \sin\Phi \sin\Theta,$$
$$C_2 = C \sin\Phi \cos\Theta,$$
$$C_3 = C \cos\Phi,$$

et considérons le plan déterminé par l'inclinaison Φ sur le plan fixe, et la longitude du nœud Θ; ce plan n'est autre chose que le plan invariable du système, quand on néglige les excentricités, comme nous le faisons ici. Soient V son pôle boréal, P, P', P'' les pôles de nos trois orbites; la première équation (9) va s'écrire

$$(11)\qquad M \cos(P, x) + M' \cos(P', x) + M'' \cos(P, x) = C \cos(V, x),$$

et cette équation aura lieu en remplaçant la droite Ox par une droite quelconque; elle pourra ainsi remplacer les équations (9).

» Prenons actuellement le plan invariable pour plan fixe, et son intersection avec le premier plan fixe pour origine des longitudes. Soient φ_1, φ'_1, φ''_1 les nouvelles inclinaisons des orbites, θ_1, θ'_1, θ''_1 les nouvelles longitudes des nœuds; nous aurons les relations

$$(12)\quad \begin{cases} \cos\varphi = \cos\Phi \cos\varphi_1 - \sin\Phi \sin\varphi_1 \cos\theta_1, \\ \sin\varphi \sin(\theta - \Theta) = \sin\varphi_1 \sin\theta_1, \\ \sin\varphi \cos(\theta - \Theta) = \sin\Phi \cos\varphi_1 + \cos\Phi \sin\varphi_1 \cos\theta_1, \end{cases}$$

et deux autres groupes de relations analogues, qui permettent de déterminer nos six inconnues anciennes φ, φ', φ'', θ, θ', θ'', en fonction des nouvelles φ_1, φ'_1, φ''_1, θ_1, θ'_1, θ''_1 et des deux autres constantes arbitraires Φ et Θ.

» Occupons-nous donc de la détermination de ces nouvelles inconnues. Appliquons (11), en prenant successivement pour la droite Ox les positions occupées à l'époque t par les droites OP, OP′, OP″; nous trouverons

$$(13)\quad \begin{cases} C\cos\varphi_1 = M + M'x'' + M''x', \\ C\cos\varphi'_1 = M' + M''x + Mx'', \\ C\cos\varphi''_1 = M'' + Mx' + M'x. \end{cases}$$

» Ces équations détermineront les inclinaisons φ, φ'_1, φ''_1 de nos orbites; nous aurons ensuite, entre nos nouvelles inconnues et x, x', x'', des équations semblables aux équations (3), et nous en tirerons

$$(14)\quad \begin{cases} \sin\varphi''_1 \sin\varphi_1 \cos(\theta_1 - \theta''_1) = x' - \cos\varphi_1 \cos\varphi''_1, \\ \sin\varphi_1 \sin\varphi'_1 \cos(\theta'_1 - \theta_1) = x'' - \cos\varphi_1 \cos\varphi'_1. \end{cases}$$

» Ces équations déterminent les différences $\theta_1 - \theta''_1$ et $\theta'_1 - \theta$, de sorte qu'il suffit de trouver θ_1 en fonction du temps.

» La seconde des formules (1) nous donnera, relativement au plan invariable,

$$\begin{aligned} \sqrt{a}\sin\varphi_1 \frac{d\theta_1}{dt} = {} & m'\Phi_{0,1}[-\sin\varphi_1\cos\varphi'_1 + \cos\varphi_1\sin\varphi'_1\cos(\theta'_1 - \theta_1)] \\ & + m''\Phi_{0,2}[-\sin\varphi_1\cos\varphi''_1 + \cos\varphi_1\sin\varphi''_1\cos(\theta_1 - \theta''_1)], \end{aligned}$$

d'où, en tenant compte des équations (14),

$$\sqrt{a}(1 - \cos^2\varphi_1)\frac{d\theta_1}{dt} = m'\Phi_{0,1}(x''\cos\varphi_1 - \cos\varphi'_1) + m''\Phi_{0,2}(x'\cos\varphi_1 - \cos\varphi''_1),$$

il n'y a plus qu'à remplacer dans cette équation $\cos\varphi_1$, $\cos\varphi'_1$, $\cos\varphi''_2$ par leurs valeurs (13); on trouve ainsi

$$\frac{d\theta_1}{dt} = -\frac{C}{\sqrt{aa'a''}} \frac{M'^2\sqrt{a''}\Phi_{0,1}(1 - x''^2) + M''^2\sqrt{a'}\Phi_{0,2}(1 - x'^2) + M'M''(\sqrt{a''}\Phi_{0,1} + \sqrt{a'}\Phi_{0,2})(x - x'x'')}{M'^2(1 - x''^2) + M''^2(1 - x'^2) + 2M'M''(x - x'x'')};$$

il faut maintenant mettre dans cette équation, au lieu de x, x', x'', leurs expressions (7) en fonction de u.

On obtient ainsi une expression de la forme

$$(15) \qquad \frac{d\theta_1}{dt} = \frac{P + Qu + Ru^2}{P' + Q'u + R'u^2}.$$

» Je trouve que les racines u' et u'' de l'équation

$$P' + Q'u + R'u^2 = 0$$

sont réelles. Voici leurs expressions

$$\frac{M'M''}{\sqrt{aa'a''}}(h' - h'')u' = M + M'x''_0 + M''x'_0 + C,$$

$$\frac{M'M''}{\sqrt{aa'a''}}(h' - h'')u'' = M + M'x''_0 + M''x'_0 - C;$$

on décomposera ensuite la fraction qui figure dans (15) de la manière suivante,

$$\frac{P + Qu + Ru^2}{P' + Q'u + R'u^2} = \frac{R}{R'} + \frac{L'}{u - u'} + \frac{L''}{u - u''};$$

on trouvera ainsi, en désignant par η une constante arbitraire,

$$\theta_1 = \eta - \frac{Ct}{\sqrt{a'a''}}\Phi_{1,2} + L'\int\frac{dt}{u - u'} + L''\int\frac{dt}{u - u''}.$$

En remplaçant u par sa valeur (8), on aura une expression de cette forme,

$$(16) \quad \theta_1 = \eta - \frac{C}{\sqrt{aa'a''}}ht + L'\int\frac{dt}{\alpha' + \beta\sin^2\mathrm{am}(t+\tau)} + L''\int\frac{dt}{\alpha'' + \beta\sin^2\mathrm{am}(t+\tau)}.$$

» L'expression de θ_1 contient, comme on le voit, deux intégrales elliptiques de troisième espèce et une nouvelle constante arbitraire η.

» *Résumé de la solution.* — (7) et (8) donnent x, x', x''; (13), $\varphi_1, \varphi'_1, \varphi''_1$; (16), θ_1; (14), θ'_1 et θ''_1; (12), $\varphi, \varphi', \varphi'', \theta, \theta', \theta''$; il figure dans les expressions finales des inconnues six constantes arbitraires, $x_0, x'_0, x''_0, \Phi, \Theta, \eta$; quant à C_1, sa valeur résulte de l'équation (10). »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Expériences publiques sur la vaccination du charbon symptomatique, faites à Chaumont (Haute-Marne), le 26 septembre 1881.* Compte rendu par M. BOULEY.

« Les expériences de Pouilly-le-Fort, d'Alfort et de Chartres, sur la vaccination de la fièvre charbonneuse, ont abouti à des résultats si convain-

cants, qu'un grand nombre d'agriculteurs se sont empressés de faire mettre leurs troupeaux sous la protection de cette mesure de prophylaxie démontrée si efficace.

» Le Conseil général de la Haute-Marne a pensé qu'il serait utile de recourir au même procédé de démonstration pour entraîner les convictions des propriétaires des localités où sévit le charbon symptomatique, et les déterminer, eux aussi, à soumettre avec confiance leurs animaux à la vaccination spéciale, dont les expériences déjà nombreuses de MM. Arloing, Cornevin et Thomas ont démontré l'efficacité. Le Conseil général a, en conséquence, voté des fonds pour que des expériences publiques fussent faites à Chaumont, en vue de ce résultat. La Société vétérinaire de la Haute-Marne a voulu, très libéralement, participer aux frais de cette utile entreprise, et, grâce à ces ressources, un groupe de vingt-cinq animaux a pu être acheté pour être soumis aux expériences destinées à prouver l'efficacité de l'inoculation préventive contre le charbon symptomatique.

» J'ai reçu du Ministère de l'Agriculture la mission d'assister à ces expériences, qui ont pleinement réussi. J'ai pensé que l'Académie en entendrait la relation avec intérêt, car il s'agit ici d'une véritable découverte, qui dissipe les obscurités d'une question de médecine pratique, jusqu'à présent non résolue, et fait faire à la prophylaxie par l'inoculation un progrès considérable.

» Avant de donner les résultats de ces expériences de Chaumont, je demande la permission de rappeler, en quelques mots, en quoi consiste la découverte médicale que je viens de signaler.

» Depuis Chabert, le deuxième directeur de l'Ecole d'Alfort, on confondait sous le nom de *charbon* deux maladies qui avaient entre elles d'assez grands caractères de similitudes extérieures, mais entre lesquelles existait cette différence fondamentale, que, tandis que l'une, la fièvre charbonneuse, était inoculable par le sang, l'autre, celle à laquelle Chabert a donné le nom de *charbon symptomatique*, ne l'était pas. Est-ce que cette différence de caractère n'impliquait pas, entre ces deux maladies, une différence de nature? Trois jeunes expérimentateurs, MM. Arloing et Cornevin, professeurs à l'Ecole vétérinaire de Lyon, et M. Thomas, vétérinaire à Dammartin, tous trois élèves de M. Chauveau, se sont associés pour étudier cette question, et sont arrivés, par leurs recherches, à en donner une solution complète. Le charbon symptomatique est une maladie d'une autre nature que la fièvre charbonneuse. Comme celle-ci, il dépend d'un microbe, mais d'une autre espèce que la bactéridie.

» De fait, tandis que l'inoculation de celle-ci ne donne lieu, à l'endroit de l'insertion, qu'à des phénomènes peu accusés de gonflement œdémateux assez circonscrit, l'inoculation du microbe du charbon symptomatique se traduit, presque toujours, sur les animaux susceptibles, par le développement d'une tumeur rapidement grandissante, constituée tout à la fois par une infiltration séreuse et sanguine et par le dégagement de gaz dans les interstices des tissus. D'où l'état de tension et de sonorité de ces tumeurs lorsqu'on les percute. Elles sont le signe d'une fermentation qui s'est opérée sur place, sous l'influence du ferment que constitue le microbe propre à cette maladie ; mais ce n'est pas une fermentation putride, car elle s'opère dans un temps trop court pour que la putréfaction ait eu le temps de s'effectuer, et, quand l'autopsie est faite à bref délai après la mort, aucune odeur ne se dégage des incisions pratiquées dans la tumeur ; enfin l'analyse chimique a fait reconnaître que l'acide carbonique constituait presque à lui seul la masse gazeuse dont les tissus étaient infiltrés.

» Ce fait d'observation clinique peut être invoqué comme une preuve très démonstrative du rapport étroit qui existe entre les ferments de la contagion et ceux qui donnent lieu aux changements d'état des matières organiques en dehors des corps vivants.

» Voilà un premier caractère, qui différencie très nettement le charbon symptomatique du charbon bactéridien. En voici un autre, non moins significatif. Tandis que le microbe du charbon bactéridien introduit dans le sang donne lieu, par sa pullulation rapide, à une fièvre charbonneuse mortelle à bref délai, le microbe du charbon symptomatique ne détermine, dans les mêmes conditions, qu'une fièvre très modérée, très éphémère, mais qui, tout éphémère qu'elle soit, se caractérise cependant par un effet durable : l'immunité dont se trouvent investis les animaux sur lesquels l'injection intraveineuse de ce microbe a été pratiquée. C'est sur la notion de ce fait, acquise expérimentalement en suivant la méthode instituée par M. Chauveau pour faire l'épreuve des virus sur les organismes, que se trouve basé le nouveau mode de vaccination découvert par MM. Arloing, Cornevin et Thomas. Il diffère de la méthode de vaccination inventée par M. Pasteur, en ce que, au lieu de se servir d'un virus atténué artificiellement dans les conditions de milieux où on l'a mis avant de l'inoculer, on emploie le virus naturel dans toute son énergie, en ayant le soin de l'introduire directement dans le milieu sanguin, où l'expérience a appris qu'il devait rencontrer sûrement de telles conditions d'atténuation qu'il s'y transformerait en vaccin.

» La grande méthode de l'atténuation des virus et de leur vaccinification trouve ici son application, mais par un procédé tout autre. C'est le milieu intérieur de l'organisme, le sang, qui est le liquide de culture où l'atténuation du virus s'effectue, sans doute parce que le microbe qui le constitue est anaérobie.

» C'est là, comme on le voit, une véritable découverte expérimentale, sur laquelle est basée la méthode de vaccination préconisée par les expérimentateurs de l'École de Lyon.

» Voici maintenant le procédé opératoire suivi pour pratiquer cette vaccination. Il ne s'agit plus, comme dans l'inoculation *bactéridienne*, d'une simple piqûre de peau qui rend l'opération très facile et très pratique. L'inoculation *bactérienne* exige une véritable opération de laboratoire, où des précautions minutieuses doivent être observées pour éviter l'insertion du virus dans le tissu cellulaire, milieu si favorable à la germination du microbe, qu'une tumeur charbonneuse presque infailliblement mortelle s'ensuit nécessairement. C'est sur la jugulaire que l'injection est pratiquée. La peau incisée, la veine est dépouillée par une dissection attentive de sa tunique celluleuse; puis, avec la canule aiguisée de la seringue Pravâz, bien nettoyée à sa surface, et dans laquelle on a aspiré, au préalable, le liquide que contenait cette canule, en soulevant le piston de la seringue, on traverse d'outre en outre les parois de la veine. Cela fait, on abaisse le piston et, une fois le liquide injecté, on a soin de relever le piston de la seringue, afin d'aspirer du sang de la veine et d'opérer ainsi le lavage intérieur de la canule. Grâce à ces précautions bien observées, les expérimentateurs lyonnais ont pu pratiquer la vaccination intraveineuse du charbon symptomatique sur trois cents animaux, avec le plus grand succès. Aucun accident n'est venu compliquer l'opération, dont les suites sur tous ont été des plus simples.

» J'arrive maintenant à la relation de l'expérience faite publiquement à Chaumont, le 26 septembre dernier, devant une assistance très nombreuse, et qui ne laissait pas de gêner, par son empressement, les opérateurs.

» Vingt-cinq jeunes animaux de l'espèce bovine avaient été réunis pour être soumis à l'épreuve de l'inoculation charbonneuse. Sur ce nombre, treize avaient été vaccinés au mois de février dernier, par le procédé que je viens de décrire, et douze étaient vierges de toute vaccination. Pour que les conditions fussent rigoureusement égales, on accoupla, deux à deux, les animaux vaccinés et non vaccinés, et le contenu de la même seringue

servait à vacciner chaque couple, chacun des sujets en recevant la moitié.

» L'injection fut faite à la face interne d'une cuisse, la canule étant plongée assez profondément pour qu'elle pénétrât dans le tissu musculaire.

» Cela fait, les animaux furent séparés en deux lots et logés dans deux étables isolées; les vaccinés d'un côté, les non vaccinés de l'autre.

» Dès le lendemain, le contraste était frappant entre les deux groupes. Tandis que les animaux vaccinés présentaient toutes les apparences de la santé, avides d'aliments, mangeant, ruminant, gais et manifestant leur énergie par des bonds quand on les conduisait à l'abreuvoir, ceux de l'autre groupe, un seul excepté, étaient abattus, tristes, refusant de manger pour la plupart, lents dans leurs mouvements et presque tous boiteux de la jambe sur laquelle l'inoculation avait été pratiquée. Sur les onze malades, la tuméfaction était déjà manifeste, à des degrés divers, au point de l'inoculation, et la température du corps s'était élevé à 40°, 41°, et au delà pour quelques-uns.

» Le lendemain mercredi, quatre morts. Le surlendemain jeudi, trois morts. Le vendredi, deux morts. Neuf en tout, sur onze malades.

» Les deux survivants, sur lesquels l'inoculation avait pris, étaient encore malades le samedi, mais sur l'un notamment les symptômes s'amendaient assez pour donner à penser qu'il sortirait, la vie sauve, de cette épreuve. Quant à l'autre, la question restait douteuse.

» Ainsi, sur treize animaux vaccinés, l'inoculation du virus dans les tissus cellulaire et musculaire n'a été suivie d'aucun effet local ou général, si ce n'est sur une génisse où s'est montrée une petite tuméfaction rapidement disparue. Tous sont sortis indemnes de cette épreuve.

» Sur douze animaux non vaccinés, un seul réfractaire. Les onze autres très malades. Neuf frappés à mort, successivement, par groupes de quatre, trois et deux, dans les trois jours consécutifs à l'opération. Deux survivant le quatrième jour : un avec des signes indiquant qu'il résisterait à l'injection subie; et l'autre dans un état encore incertain, au moment où les derniers renseignements me sont parvenus.

» Tels ont été les résultats des expériences de Chaumont, résultats très concluants, on le voit, en faveur de l'efficacité préventive de l'inoculation par le procédé d'injection intraveineuse.

» Une particularité doit être ici signalée : c'est la force de résistance plus grande des sujets sur lesquels on a expérimenté dans la Haute-Marne, relativement à ceux qui ont été soumis à Lyon aux mêmes épreuves. Ceux-

ci ont succombé tous, et dans un temps rapide, quand ils n'étaient pas vaccinés. A Chaumont, les accidents mortels se sont échelonnés dans les trois jours consécutifs à l'inoculation; deux animaux avaient eu assez de résistance pour n'y avoir pas succombé le quatrième jour. L'un d'eux était en voie de s'en remettre. Enfin un douzième s'était montré complètement réfractaire. Une enquête faite sur sa provenance a appris qu'il sortait d'une étable où le charbon symptomatique avait sévi, un an auparavant, et avait fait quatre victimes. Le réfractaire des expériences de Chaumont s'était vacciné spontanément dans le milieu infesté où il avait séjourné.

» Ce fait ne paraît pas isolé, et au point de vue de la médecine générale il présente un grand intérêt. Quand les expérimentateurs lyonnais firent, au mois de février dernier, leurs expériences d'inoculation sur deux cent quarante sujets environ du Bassigny, les propriétaires des communes où ils se rendirent leur firent observer qu'il était inutile de vacciner les sujets qui avaient dépassé l'âge de trois à quatre ans, attendu qu'ils n'étaient plus exposés à contracter le charbon, cette maladie, d'après leur affirmation, ne sévissant que sur les jeunes. Les expérimentateurs lyonnais ont voulu soumettre cette observation au contrôle de l'expérimentation directe. Ils sont parvenus à se procurer une vieille vache de quatorze ans, du Bassigny, et une autre du même âge, venant d'une localité située en dehors du périmètre où le charbon sévit. Toutes deux ont reçu une même dose du même virus, dans la même région. La vache du Bassigny n'en a rien ressenti; l'autre est morte du charbon symptomatique. Cette expérience, toute unique qu'elle soit, a cependant une grande signification quand on la rapproche des faits que la tradition a recueillis.

» Il y a de grandes probabilités que, dans les foyers épidémiques et épizootiques, les immunités des individus qui restent indemnes des atteintes du mal se rattachent à des vaccinations spontanées, qui donnent aux sujets qui les ont éprouvées les conditions de leur résistance.

» Pour en revenir aux expériences de Chaumont, on peut voir, d'après cette relation, qu'elles sont absolument confirmatives de celles que MM. Arloing, Cornevin et Thomas avaient faites antérieurement, et dont ils ont donné communication à l'Académie dans un Mémoire qu'ils lui ont adressé pour le Concours du prix Bréant.

» La double découverte qu'ils ont faite de la nature du charbon symptomatique et de l'efficacité de la vaccination par le procédé d'injection intraveineuse vient de recevoir une consécration publique, qui ne peut plus laisser aucun doute sur sa réalité.

» Je demande à l'Académie de vouloir bien renvoyer à la Commission du prix Bréant la Note où je tracerai la relation que je viens de lui donner des expériences si intéressantes qui ont été faites à Chaumont, le 26 septembre dernier. »

M. le Président déclare que les expériences dont il s'agit seront signalées à la Commission du legs Bréant.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une application nouvelle de l'équation de Lamé*. Note de M. **H. Gyldén**.

« Dans les *Comptes rendus* du mois de juin, on a donné des expressions exactes des coordonnées dans l'orbite intermédiaire en fonction de l'anomalie; maintenant je me permets d'indiquer la voie qui conduit, par le moyen des approximations successives, aux expressions dans lesquelles entre la longitude intermédiaire comme variable indépendante.

» La question dont il s'agit serait immédiatement résolue si l'on savait intégrer l'équation ci-après,

$$(1)\qquad \frac{d^2\rho}{dv_0^2} + \rho = \beta_1\rho + \beta_3\rho^3 + \beta_5\rho^5 + \ldots,$$

où β_1, β_3, ... signifient des coefficients constants du premier ordre par rapport à la force perturbatrice, et, si r désigne le rayon vecteur intermédiaire, ρ étant la différence,

$$\text{const.} - \frac{1}{r}.$$

» Pour avoir l'intégrale de l'équation (1) au moyen d'approximations successives, je pose

$$\rho = \rho_0 + \rho_1,$$

et je vais déterminer ρ_0 de sorte que l'équation

$$(2)\qquad \frac{d^2\rho_0}{dv_0^2} + \rho_0 = \beta_1\rho_0 + \beta_3\rho_0^3$$

soit satisfaite. On peut voir qu'en effet ρ_0 est une valeur approchée de ρ; mais, si l'on avait déterminé cette valeur au moyen de l'équation

$$\frac{d^2\rho_0}{dv_1^2} + \rho_0 = \beta_1\rho_0,$$

le résultat ne serait pas à considérer comme une véritable approximation.

» En désignant par g une constante arbitraire, on tire immédiatement de l'équation (2) la suivante,

$$\left(\frac{d\rho_0}{dv_0}\right)^2 = g^2 - (1-\beta_1)\rho_0^2 + \tfrac{1}{2}\beta_3\rho_0^4,$$

d'où résulte

$$\rho_0 = \varkappa\,\mathrm{sn}\left(\frac{g}{\varkappa}\,v_0 - \text{const.}\right),\quad \mathrm{mod}\,k = g\sqrt{\frac{1+k^2}{1-\beta_1}}\,\mathrm{sn}\left(\sqrt{\frac{1-\beta_1}{1+k^2}}\,v_0 - \text{const.}\right),$$

si l'on pose

$$\varkappa^2 = g^2\,\frac{1+k^2}{1-\beta_1},\quad \tfrac{1}{2}\varkappa^4\beta_3 = g^2k^2.$$

» Ayant déterminé ρ_0, on trouve une valeur approchée de ρ_1 au moyen de l'équation suivante,

$$(3)\qquad \frac{d^2\rho_1}{dv^2} + (1-\beta_1-3\beta_3\rho_0^2)\rho_1 = \beta_5\rho_0^5 + \ldots,$$

qui résulte tout de suite des équations (1) et (2).

» Maintenant, en désignant par x l'angle $\frac{g}{\varkappa}\,v_0$ — const., nous aurons, en vertu de l'équation précédente,

$$\frac{d^2\rho_1}{dx^2} + \frac{\varkappa^2}{g^2}(1-\beta_1-3\beta_3\varkappa^2\,\mathrm{sn}\,x^2)\rho_1 = \beta_5\,\frac{\varkappa^2}{g^2}\,\rho_0^5 + \ldots,$$

ou, si l'on considère les valeurs de $\varkappa$ et de k^2,

$$\frac{d^2\rho_1}{dx^2} - (2.3k^2\,\mathrm{sn}\,x^2 - 1 - k^2)\rho_1 = \frac{1+k^2}{1-\beta_1}\,\rho_0^5 + \ldots.$$

» Par l'analyse précédente, on est donc amené à chercher la valeur approchée de ρ_1, en intégrant pour $n=2$ l'équation célèbre de Lamé, dont la solution complète est due à M. Hermite. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MM. de la Tour du Breuil, en réponse à la réclamation de priorité présentée dans une séance précédente par M. *Dubern*, au sujet d'un procédé d'extraction du soufre, adressent à l'Académie la copie du brevet pris le 29 septembre 1874 par M. Dubern, et la copie du brevet pris par eux le 2 juillet 1881.

De la comparaison de ces deux brevets, il résulte, selon MM. de la Tour du Breuil, que les deux procédés reposent sur deux principes essentiellement différents.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée).

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un volume offert à l'Académie par M. *Werner Siemens*, et portant pour titre : « Gesammelte Abhandlungen und Vorträge ». Ce Volume contient l'ensemble des Mémoires publiés par M. W. Siemens, sur divers sujets de Physique mathématique et d'Électricité, de 1845 à 1881.

M. **Pr. de Pietra Santa**, à l'occasion de la Note publiée par M. *du Bois-Reymond*, concernant les recherches sur le Gymnote faites dans le Venezuela par M. le Dr Sachs, rappelle à l'Académie la Communication qui lui a été faite au mois de juillet 1858 par *Jobert de Lamballe*, et les conclusions formulées dans une Brochure publiée au mois de septembre de la même année, sous le titre « Études sur les appareils électriques des poissons électriques. »

Cette Brochure de notre regretté confrère est accompagnée de onze Planches, dessinées d'après nature, et montrant, chez le Gymnote, le mode de terminaison des nerfs, les rapports des grands et des petits appareils, la disposition des aponévroses d'enveloppe à l'égard de ces mêmes appareils, celle des muscles qui semblent jouer un rôle dans les commotions électriques, sous l'influence de la volonté, etc. Enfin, le Malaptérure électrique a été également l'objet de dissections intéressantes, conduisant à des conclusions nouvelles.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète d 1881 (Encke), et e 1881 (Barnard), faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)* par M. G. **Bigourdan**. Présentées par M. Mouchez.

	Dates. 1881.	Étoiles de comp.	Grandeur.	Ascension droite. ☄ — ☆	Ascension droite. Log. fact. par.	Déclinaison. ☄ — ☆	Déclinaison. Log. fact. par.
☄ d...	Sept. 18.	*a*	9	− 1.59,44 (m s)	− ($\bar{1}$,720)	− 6.18,4 (′ ″)	+ (0,717)
	27.	*b*	9	− 3.55,88	− ($\bar{1}$,724)	− 0.20,2	+ (0,750)
	28.	*c*	7	+ 0.35,90	− ($\bar{1}$,729)	+ 3. 8,8	+ (0,648)
	29.	*d*	9	− 1.37,38	− ($\bar{1}$,709)	− 3. 8,2	+ (0,569)
	30.	*e*	9	+ 1.13,49	− ($\bar{1}$,726)	+ 1.30,6	+ (0,662)
	Oct. 1.		8	+ 0.16,46	− ($\bar{1}$,714)	− 4. 8,9	+ (0,767)
☄ e...	Oct. 1.	*g*	8	− 0.44,34	+ ($\bar{1}$,607)	+ 7.23,1	+ (0,816)
	2.	*h*	9	+ 4.18,37	+ ($\bar{1}$,608)	− 1.37,4	+ (0,817)

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1881.	Étoiles de comparaison.	Ascension droite moyenne 1881,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1881,0.	Réduct. au jour.	Autorité.
Sept. 18.	*a* 1325 Arg.-Z. + 41°..	5.51.33,08 (h m s)	+4,42 (s)	+41.38.39,6 (° ′ ″)	— 7,7 (″)	*Ann. de Bonn*, t. VI.
27.	*b* 1687 » + 43°..	7.16.10,41	+4,08	+43. 1.42,2	—15,6	»
28.	*c* 604 Weisse H. VII...	7.23.15,78	+4,05	+42.53.17,5	—16,1	Weisse II.
29.	*d* 1040 » ...	7.37.17,58	+3,94	+42.49.58,4	—17,2	»
30.	*e* 1778 Arg.-Z. + 42°..	7.45.48,28	+3,89	+42.31.46,6	—17,7	*Ann. de Bonn*, t. VI.
Oct. 1.	*f* 1553 Weisse H. VII..	7.58.12,00	+3,79	+42.19.22,6	—18,5	Weisse II.
1.	*g* 705 Weisse H. XIII..	13.42.16,63	+1,87	+13.55.38,2	— 9,4	Weisse I.
2.	*h* 760 » ..	13.37.49,86	+1,85	+14.46.30,7	— 9,8	Weisse II.

Positions apparentes de la comète.

	Dates. 1881.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de comparaisons.
☄ d..	Sept. 18...	11.46.15 (h m s)	5.49.38,06 (h m s)	+ 41.32.13,5 (° ′ ″)	15 : 19
	27...	12. 4.51	7.12.18,61	+ 43. 1. 6,4	18 : 23
	28...	13.18. 5	7.23.55,73	+ 42.56.10,2	20 : 20
	29...	14.11.14	7.35.44,14	+ 42.46.33,0	24 : 32
	30...	13.25. 0	7.47. 5,66	+ 42.32.59,5	27 : 18
	Oct. 1...	12.22.40	7.58.32,25	+ 42.14.55,2	20 : 20
☄ e..	Oct. 1...	7. 6.55	13.41.34,16	+ 14. 2.51,9	18 : 20
	2...	7.13.12	13.42.10,08	+ 14.44.43,5	6 : 6

Remarques.

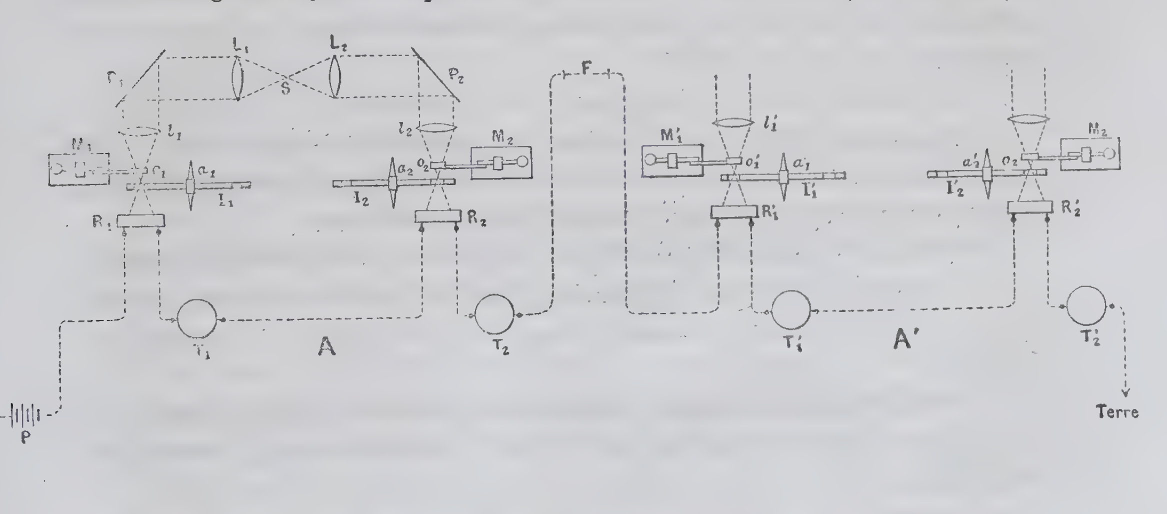
« Le 18 et le 27 septembre, les diverses parties de la comète d'Encke avaient sensiblement le même éclat jusque près des bords, et les mesures de ces deux jours se rapportent à la partie centrale. A partir du 28 septembre, la portion de la comète qui passe la première est devenue plus brillante que le reste, et c'est à cette portion que se rapportent les quatre dernières observations. »

PHYSIQUE. — *Application de la radiophonie à la télégraphie. Téléradiophone électrique multiple-inverse.* Note de M. **E. Mercadier**. (Extrait.)

M. Mercadier demande l'ouverture d'un pli cacheté, déposé par lui le 31 mai 1881, et inscrit sous le numéro 3500. Ce pli est ouvert, en séance, par M. le Président; il contient une Note dont nous extrayons les passages suivants :

« J'appelle ainsi un système de télégraphie électrique où les signaux sont produits par des effets radiophoniques. En outre, le système permet de transmettre sur un conducteur quelconque *plusieurs* signaux *simultanés* à volonté dans un sens *ou en sens inverse*, d'où la qualification abréviative de *multiple-inverse*.....

» La figure ci-jointe représente deux stations extrêmes (A et A'), sépa-



rées par une longue ligne télégraphique quelconque F, et dans lesquelles sont figurés seulement deux appareils de transmission et de réception susceptibles de fonctionner *dans n'importe quel sens* et tout à fait *indépendamment l'un de l'autre*. On n'en a représenté que deux pour simplifier le

dessin; mais il est facile de voir qu'on en pourrait disposer un nombre quelconque. On suppose qu'on veut produire des signaux télégraphiques Morse ordinaires.

» Le courant continu provenant de la pile P traverse successivement : dans la station A, des récepteurs radiophoniques à sélénium et des téléphones R_1, T_1, R_2, T_2, ..., puis la ligne F; puis, dans la station A', les radiophones et les téléphones R'_1, T'_1, R'_2, T'_2, ... correspondant à ceux de A.

» En face de chaque récepteur, tel que R_1, se trouvent : les ouvertures d'une roue I_1, en verre ou en mica, tournant continuellement et aussi régulièrement que possible autour d'un axe a_1 sous l'action d'un moteur quelconque; un diaphragme o_1, de la grandeur des ouvertures, fixé à une tige rigide formant le prolongement du levier d'un manipulateur Morse M_1 et qui, à l'état de repos, ferme les ouvertures, empêche le passage des radiations émises par une source quelconque S.

» On voit qu'il suffit d'abaisser le levier de M_1 pour que les radiations traversant la roue et agissant sur le radiophone R_1 produisent des variations correspondantes dans la résistance de ce récepteur et par suite dans l'intensité du courant continu qui le traverse : d'où la production dans tous les téléphones T_1, T_2, T'_1, T'_2, ... échelonnés le long du circuit d'un son musical dont le nombre de vibrations par seconde est égal au nombre des ouvertures de la roue I_1, qui passent en une seconde en face du récepteur.

» Supposons, pour fixer les idées, que ce soit un *ut*.

» En abaissant et relevant M_1 suivant le rythme des signaux Morse, on entend dans les téléphones le son *ut* pendant un temps plus ou moins long, et l'on a reproduit ainsi *acoustiquement* les signaux Morse.

» Rien n'est plus facile que de lire rapidement une pareille transmission. L'expérience prouve d'ailleurs qu'on peut opérer la manipulation avec la même vitesse que dans le cas de la télégraphie électrique ordinaire.

» Pendant qu'un opérateur manipule et envoie des signaux en M_1, un autre peut en recevoir en mettant l'oreille au téléphone T_1, ainsi qu'on va le voir.

» Le second appareil de la station A est constitué de la même manière, avec des organes de transmission et de réception identiques. La seule différence est que la roue I_2 produit un son différent, ce qu'on obtient : soit en la rendant complètement solidaire de I_1, en la faisant tourner avec la même vitesse et lui donnant un nombre d'ouvertures différent; soit en lui donnant le même nombre d'ouvertures et la faisant tourner avec une vi-

tesse différente, ce qui peut s'obtenir de plusieurs manières, même en employant un *seul moteur* pour toutes les roues, par exemple à l'aide de cordons et de poulies de diamètres différents fixés aux axes.

» Supposons que I_2 produise le son *mi*.

» On voit que, si l'on fait mouvoir indépendamment l'un de l'autre les deux manipulateurs M_1 et M_2, on pourra entendre simultanément, mais *sans confusion*, dans tous les téléphones, des signaux Morse effectués les uns à la hauteur de l'*ut*, les autres à la hauteur du *mi* : il ne sera pas possible de les confondre.

» Les deux appareils représentés dans la station A' sont établis de la même façon; seulement les choses sont disposées de manière que les roues I'_1, I'_2, ... produisent des sons différents, par exemple *sol*, *si*, ...

» Enfin, on fait correspondre ensemble les appareils affectés des mêmes indices 1, 2, ...

» Cela étant, supposons le cas le plus complexe où les quatre appareils fonctionnent à la fois indépendamment les uns des autres. Il n'y aura aucune confusion des quatre systèmes de signaux, qui seront simultanément reçus dans tous les téléphones. Chacune des personnes qui les entendra devra seulement écouter : celle qui est au téléphone T_1, les signaux faits à la hauteur du *sol* et provenant de M'_1 ; celle qui est en T_2, les signaux à la hauteur du *si* et provenant de M'_2 ; celle qui est en T'_1, les signaux à la hauteur de l'*ut* et provenant de M_1 ; celle qui est en T'_2, les signaux à la hauteur du *mi* et provenant de M_2 ; ....

» L'expérience prouve qu'au bout de peu de temps il est facile de suivre ainsi une transmission de cette nature, abstraction faite des autres. Mais, en tout cas, on peut : soit faire des téléphones ne reproduisant bien qu'un son de hauteur déterminée, soit adapter à des téléphones ordinaires des résonateurs ne renforçant qu'un seul des sons transmis.

. . . .

» Il est à remarquer que le système décrit s'applique parfaitement aux lignes de grande longueur, car on peut se servir, par exemple, de récepteurs radiophoniques à sélénium de grande résistance (de 30000 à 100000 unités) qui fonctionnent très bien avec un petit nombre d'éléments de pile (de $2^{\text{él}}$ à $10^{\text{él}}$ Leclanché).

» Dès lors la résistance des lignes, quand même elles auraient 1000^{km} de longueur, est très petite, ainsi que celle des téléphones, par rapport à celle du récepteur ou des récepteurs, qu'on peut d'ailleurs disposer en série ou en surface.

» Les essais pratiques de ce système sur une ligne aérienne ont déjà donné de bons résultats. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur un nouveau pointeur électro-magnétique, destiné aux recherches expérimentales.* Note de M. G. Noël.

« Ayant cherché ces derniers temps à déterminer avec exactitude la durée physiologique des réflexes tendineux pour les membres supérieur et pelvien, et aussi à établir dans quelles limites, fort étroites d'ailleurs, elle peut varier, j'ai dû chercher un moyen d'évaluer très rapidement et très exactement la durée de ces phénomènes. Je réserve pour une prochaine Communication l'exposé des faits que j'ai pu observer : je me bornerai à indiquer ici le dispositif qui m'a donné les meilleurs résultats.

» Un cadran divisé en 100 parties (assez larges pour qu'il soit possible de lire aisément à l'estime $0^{\text{div}},1$) est parcouru en une seconde par une aiguille dont le mouvement, bien uniforme, est emprunté à un régulateur.

» A cette aiguille est fixé un manchon, dont chaque extrémité porte un petit cône creux pouvant être amené, soit au contact d'un cône de friction concentrique, lié à l'arbre moteur, soit au contact d'un deuxième cône fixé à la platine ($> \times <$), et par conséquent immobile.

» Ce double mouvement est le résultat du passage d'un courant électrique dans ce que j'appellerai *un train différentiel de Hughes*, qui consiste en deux électro-aimants à noyau d'acier, se regardant par leurs pôles de noms contraires et séparés par une armature commune. Les quatre bobines qui garnissent les extrémités polaires font partie du même circuit, et leur enroulement est tel, qu'un courant de sens déterminé a pour effet d'accroître la polarité de l'un des aimants en diminuant celle de l'autre : l'équilibre est alors rompu, et l'armature vient s'appliquer sur l'un des aimants, auquel elle reste adhérente, jusqu'au moment où le passage d'un courant inverse amène une oscillation de sens opposé.

» Les mêmes forces étant mises en jeu pour le départ et l'arrêt de l'aiguille, les deux erreurs provenant de l'inertie du système sont égales et se compensent. On peut ainsi se borner à des contacts de très minime durée : l'écart angulaire de l'aiguille, entre sa position initiale et celle qu'elle occupe à la fin du phénomène, exprime exactement le temps écoulé entre le passage du courant dans un sens, puis en sens opposé.

» Le manuel opératoire se trouve donc réduit à ceci : un récepteur myographique spécial (à contact par inertie) étant mis en relation avec le

muscle qu'on explore, on percute le tendon avec un conjoncteur qui met en marche l'aiguille, en fermant un premier circuit; le début de la contraction amène simultanément l'ouverture de ce premier circuit et la fermeture d'un deuxième courant inverse qui arrête l'aiguille : celle-ci étant au zéro du cadran, si l'on répète dix fois de suite cette même manœuvre, ce qui n'exige guère plus d'une minute, le chiffre sur lequel elle s'arrête définitivement, divisé par 10, indique, en millièmes de seconde, la durée moyenne du phénomène.

» Il est facile de donner au cadran un diamètre assez grand, sans augmenter notablement la masse, d'ailleurs bien équilibrée, d'une longue aiguille de mica; les phénomènes chronographiques les plus délicats de la Physiologie et des autres sciences expérimentales peuvent donc, sans difficulté, être mis sous les yeux d'un nombreux auditoire. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les piles secondaires.* Note de M. **J. Rousse**, présentée par M. Th. du Moncel.

« Pour accumuler de l'électricité de manière à produire de la lumière électrique ou de la force motrice, j'ai disposé plusieurs piles secondaires qui diffèrent notablement de celle de M. G. Planté.

» 1° Au pôle négatif de la pile secondaire, j'emploie une lame de palladium qui, pendant l'électrolyse, absorbe plus de neuf cents fois son volume d'hydrogène. Au pôle positif, j'emploie une lame de plomb. Le liquide électrolysé est l'acide sulfurique au $\frac{1}{10}$. Cet élément est très puissant, même sous de faibles dimensions.

» 2° Un autre élément secondaire, qui a donné aussi de bons résultats, est formé, au pôle négatif, d'une lame de tôle mince : cette lame absorbe plus de deux cents fois son volume d'hydrogène, quand elle est électrolysée dans une solution de sulfate d'ammoniaque. Le pôle positif est formé d'une lame de plomb pur ou recouvert d'une couche de litharge, ou d'oxyde pur ou de céruse, ou de toutes ces substances mélangées. Ces lames métalliques plongent dans une solution de sulfate d'ammoniaque à 50 pour 100 de sel.

» J'ai employé aussi avec quelques succès d'autres combinaisons analogues. Par exemple :

» Au pôle négatif, une lame de tôle; au pôle positif, un cylindre de ferromanganèse. Le liquide électrolysé est du sulfate d'ammoniaque à 40 pour 100.

» J'ai remarqué qu'en général, pour composer une pile secondaire, il suffit de placer au pôle négatif du voltamètre un métal qui ait la propriété d'absorber l'hydrogène quand il est placé dans une solution convenable. Il faut, au contraire, placer au pôle positif un métal qui absorbe l'oxygène en se peroxydant.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une pile au manganèse, dont les sels sont utilisés ou régénérés.* Note de M. **J. Rousse**, présentée par M. Th. du Moncel.

« La nouvelle disposition de la pile consiste à remplacer le zinc de la pile Bunsen par le ferromanganèse, à 85 pour 100 de métal, que l'on fabrique industriellement dans diverses usines, et spécialement à Terre-Noire, près de Saint-Étienne (Loire).

» Le manganèse pur a une telle affinité pour l'oxygène, qu'il décompose l'eau bouillante et dégage de l'oxygène. C'est pourquoi la nouvelle pile a une force électromotrice comparable à celle du zinc amalgamé.

» L'économie que présente cette nouvelle pile résulte de ce que les sels de manganèse qu'elle produit peuvent être utilisés ou régénérés.

» Pour produire des courants énergiques, le métal est attaqué par l'acide sulfurique au $\frac{1}{20}$; la dépolarisation est obtenue par l'acide azotique concentré. Mais pour les courants faibles, et lorsque la pile doit être employée dans les appartements, j'emploie le permanganate de potasse pour dépolariser. Les sels produits par la pile sont du sulfate et de l'azotate de manganèse, avec du sulfate et de l'azotate de potasse quand on emploie du permanganate.

» Pour enlever l'acide sulfurique de ce liquide, je le traite par l'azotate de plomb, provenant de la pile au plomb que j'emploie depuis vingt ans. Le sulfate de plomb qui résulte de cette réaction est transformé en céruse, par une courte ébullition avec du carbonate de potasse. Les sels solubles, séparés par décantation, ne renferment que de l'azotate de manganèse et de l'azotate de potasse. En y versant du carbonate de potasse, on précipite tout l'oxyde de manganèse à l'état de carbonate. On lave ce précipité, puis on le calcine légèrement pour avoir le métal à l'état de sesquioxyde.

» Ce dernier corps, chauffé avec de la potasse et de l'azotate de potasse, est transformé en permanganate de potasse. On peut aussi obtenir du peroxyde de manganèse par les procédés connus.

» Toutes ces opérations chimiques sont simples et peuvent être exécutées

facilement; elles sont combinées de manière à produire l'électricité dynamique sans laisser de résidus inutiles. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le lévulose.* Note de MM. **Jungfleisch** et **Lefranc**, présentée par M. Peligot.

« 1. Le lévulose a été distingué depuis longtemps des autres matières sucrées sous le nom de *sucre incristallisable*. Il tire une importance particulière de sa présence dans une foule de produits végétaux et surtout du rôle qu'il joue dans la constitution du sucre de canne, lequel n'est autre chose, d'après M. Dubrunfaut, qu'une combinaison en proportions égales de glucose et de lévulose. Quoiqu'elle ait été l'objet de travaux remarquables, cette substance n'a pu encore être isolée dans un état de pureté satisfaisant: les propriétés physiques qui lui sont attribuées ont été observées sur du lévulose fort impur, ou même, plus souvent, déduites des différences constatées entre les propriétés du glucose et celles du mélange de glucose et de lévulose appelé *sucre interverti*. M. Dubrunfaut a, il est vrai, indiqué une méthode élégante pour séparer les deux composants du sucre interverti, mais le lévulose obtenu n'a jamais présenté les caractères d'un principe défini, et le nom de *sucre incristallisable* a toujours pu lui être appliqué. Nous nous proposons ici de faire connaître le lévulose cristallisé, ses modes de production et quelques-unes de ses propriétés.

» 2. *Lévulose d'inuline.* — L'inuline produit par saccharification complète un seul sucre, le lévulose; elle constitue ainsi une matière première avantageuse pour la préparation de celui-ci. C'est elle qui nous a conduits aux premiers résultats intéressants.

» La saccharification de l'inuline a été réalisée d'abord par une méthode dans laquelle on ne fait intervenir aucun réactif qu'il soit nécessaire d'éliminer ensuite. On chauffe au bain-marie vers 100°, pendant cent vingt heures, l'inuline dissoute dans dix fois son poids d'eau. On évapore rapidement au bain-marie jusqu'à consistance de sirop épais et on reprend par de l'alcool à 92°, qui laisse insolubles l'inuline non modifiée et ses produits de saccharification incomplète; la solution alcoolique filtrée, décolorée par le noir animal et distillée, donne un résidu sirupeux. Ce produit est un mélange complexe contenant, avec le lévulose, quelques impuretés provenant de l'inuline, et surtout des dérivés éthérés que le lévulose, alcool polyatomique, engendre très facilement par déshydratation. Toujours

est-il que la masse conserve indéfiniment la forme sirupeuse, et que, si on la dessèche sur l'acide sulfurique, elle subit des pertes d'eau variables et se change en une matière solide, vitreuse, hygroscopique. Pour avoir le lévulose pur, la difficulté consiste surtout à enlever à ce sucre l'eau qu'il tient en dissolution, sans le transformer en produits de déshydratation.

» On obtient le résultat cherché en traitant le résidu sirupeux par de l'alcool absolu froid. Ce véhicule ne dissout qu'un peu de la matière sucrée, mais s'empare de l'eau ainsi que de certaines impuretés. Après plusieurs lavages à l'alcool absolu, la portion insoluble, séparée, enfermée dans un vase exactement clos, et abandonnée dans un lieu froid, laisse déposer lentement des aiguilles fines, analogues aux cristaux de mannite; finalement elle cristallise en entier.

» Le même résidu, dissous à chaud dans l'alcool absolu, se dépose en grande partie sous forme sirupeuse pendant le refroidissement; mais l'eau mère, séparée dès que la masse est revenue à la température ordinaire, produit lentement de longues et fines aiguilles groupées en sphères. Dans tous les cas, la cristallisation s'effectue plus rapidement et plus sûrement si on l'amorce avec un cristal provenant d'une autre opération.

» Ces faits établis, nous avons cherché à transformer plus simplement l'inuline en lévulose cristallisé. On y parvient par la saccharification sulfurique. On chauffe à 100° pendant une heure de l'inuline dissoute dans l'eau contenant quelques millièmes d'acide sulfurique employé sous forme de liqueur titrée. Après refroidissement, on ajoute un volume d'eau de baryte titrée équivalent à celui de la liqueur acide employée, on filtre, on évapore dans le vide au bain-marie, après décoloration par le noir animal, et l'on fait subir au sirop obtenu les traitements à l'alcool absolu indiqués ci-dessus. Toutefois, même dans ces conditions, le lévulose qui cristallise est souillé de produits d'altération, dus à l'intervention de l'acide sulfurique.

» 3. *Lévulose du sucre interverti.* — Après les observations précédentes, se posait une question plusieurs fois discutée dans ces dernières années : le lévulose du sucre interverti est-il identique au lévulose cristallisé de l'inuline? Cette question nous semble définitivement résolue par les expériences suivantes.

» Nous avons extrait le lévulose du sucre interverti par la méthode de M. Dubrunfaut, c'est-à-dire en isolant le lévulosate de chaux cristallisé. Dans cette préparation, nous avons fait usage des modifications fort avantageuses indiquées récemment par M. Peligot (*Comptes rendus*, t. XC, p. 153), ainsi

que de quelques autres que nous exposerons dans un Mémoire plus détaillé. Le lévulosate de chaux, essoré et lavé plusieurs fois dans l'essoreuse avec de l'eau glacée, est délayé dans l'eau pure et traité par l'acide oxalique jusqu'à réaction acide, puis le mélange est additionné d'un excès de carbonate de chaux en poudre et filtré. La liqueur incolore que l'on obtient donne, par évaporation dans le vide, du lévulose sirupeux. Ce dernier, lavé à l'alcool absolu froid ou dissous dans le même liquide chaud, cristallise peu à peu.

» Nous dirons seulement ici qu'il n'a été possible de relever aucune différence entre le lévulose provenant de l'interversion du sucre de canne et celui qu'engendre la saccharification de l'inuline. De plus, un cristal de chacun de ces sucres fait cesser la sursaturation des solutions de l'autre. Il n'existe donc qu'un seul lévulose, et l'expression de *sucre incristallisable* doit cesser de lui être appliquée.

» 4. *Propriétés du lévulose.* — Le lévulose cristallisé de sa solution alcoolique constitue des aiguilles incolores, fines, soyeuses, qui peuvent atteindre $0^m,01$ de longueur et qui d'ordinaire rayonnent autour d'un point central en formant des groupes sphériques. Ces agglomérations de cristaux emprisonnent un volume assez fort du dissolvant dans lequel elles se sont déposées; essorées et lavées à l'alcool absolu, elles perdent toute trace d'alcool lorsqu'on les expose sur l'acide sulfurique. Leur composition répond alors à la formule $C^{12}H^{12}O^{12}$. Mouillé d'alcool et exposé à l'air, le lévulose est déliquescent; mais, dépouillé d'alcool, il est, fait assez inattendu, peu hygroscopique. Son poids n'augmente que de 1 à 2 centièmes lorsqu'on l'expose pendant plusieurs jours dans l'atmosphère du laboratoire. Il fond vers 95°. A 100° le lévulose perd peu à peu des quantités d'eau croissantes et donne des dérivés éthérés.

» Le lévulose cristallise dans ses dissolutions aqueuses, mais plus difficilement que dans l'alcool. A cet effet, il est nécessaire d'introduire un cristal dans la matière sucrée sirupeuse et contenant très peu d'eau en excès. Dans un vase fermé et en évitant soigneusement toute évaporation, on voit se former des aiguilles cristallines qui s'accroissent à peu près indéfiniment en longueur. On obtient un sirop cristallisable en évaporant très rapidement dans le vide, vers 50° ou 60°, une solution de lévulose pur, et en s'arrêtant dès que la distillation vient à cesser.

» Le pouvoir rotatoire du lévulose varie très rapidement avec la température, ce qui était à présumer, d'après les propriétés optiques du sucre

interverti; il varie encore d'une manière assez considérable avec la dilution des liqueurs. Son étude et celle de quelques autres propriétés du lévulose feront l'objet d'une nouvelle Communication. »

CHIMIE ANIMALE. — *Sur un œuf d'autruche ancien.* Note de M. **Balland.** (Extrait.)

« Dans le courant de 1878, on découvrait, à Gouraya, un columbarium souterrain d'environ $1^{m},80$ de côté, d'où l'on retirait, pêle-mêle avec de la terre, des médailles de bronze du temps des Antonins, des bagues d'argent, quatre petits vases d'une bonne fabrique en poterie noire d'Arretium (Arezzo), de nombreuses poteries communes de la fabrique de Cæsarée (Cherchell), des ossements humains portant des marques de crémation, et deux œufs d'autruche, dont l'un, intact, présentait à l'une de ses extrémités un petit trou régulier de 5^{mm} à 7^{mm} de diamètre; l'autre était brisé.

» Les fragments qui m'ont été remis ont été comparés à ceux d'un œuf moderne, retiré du sud de l'Algérie [1]. L'épaisseur de la coque est la même (2^{mm}). L'ancienne est plus opaque, sa cassure plus nettement saccharoïde; la face externe a perdu tout brillant et présente, comme la face interne, l'aspect rugueux du biscuit de porcelaine.

» Lorsqu'on les attaque à froid par l'acide chlorhydrique étendu d'eau, ils se comportent différemment. L'œuf ancien se dissout rapidement; le dégagement de l'acide carbonique se fait très régulièrement et la solution, un peu opaline, est à peine spumeuse. La coquille de l'œuf nouveau ne disparaît que très lentement; le gaz ne s'échappe qu'avec difficulté de la matière animale, qui, finalement, reste seule en suspension dans la liqueur, sous forme de lamelles gélatineuses.

---

[1] J'ai écrit à mon collègue, M. Bousson, pharmacien à Laghouat, pour savoir comment se fait l'évidement des œufs d'autruche dans les pays de production. D'après les renseignements donnés par un caïd d'Ouargla, cet évidement a lieu par une seule ouverture, pratiquée de préférence sur le petit bout. Le chasseur frappe, à l'aide d'un caillou, une série de petits coups, jusqu'à ce que la coque soit traversée, puis il introduit dans le trou formé une fine baguette, et, par un mouvement de rotation, il fait sortir le contenu de l'œuf, qu'il utilise comme aliment. Il est probable que l'œuf ancien a dû être percé de la même façon.

» Enfin, la composition chimique des deux coquilles, établie aussi rigoureusement que possible, d'après des analyses concordantes, présente les résultats suivants :

	Densité à 20°. Coque de l'œuf ancien. 2,525	OEuf moderne. 2,514
Carbonate de chaux	94,14	91,44
Carbonate de magnésie	0,69	2,03
Phosphate de chaux (PhO^5, $3CaO$)	1,82	0,70
Matière animale contenant du soufre	3,05	4,92
Eau	0,15	0,73
Pertes	0,15	0,18
	100,00	100,00

M. L. Hugo adresse une Note « Sur un nombre fourni par l'analyse combinatoire. »

La séance est levée à 4 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 3 octobre 1881.

Mémoires de l'Académie de Stanislas, 1880, 4e série, t. XIII. Nancy, impr. Berger-Levrault, 1881; in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse, t. III, 1er semestre. Toulouse, impr. Douladoure Privat, 1881; in-8°.

Sur une propriété générale des lames liquides en mouvement; par M. Van der Mensbrugghe. Bruxelles, F. Hayez, 1881; br. in-8°.

Quelques expériences sur les lames liquides minces; par M. J. Plateau. Bruxelles, impr. F. Hayez, sans date; br. in-8°.

De l'influence des forêts et des cultures sur le climat et sur le régime des sources; par M. J. Maistre. Montpellier, impr. centrale du Midi, 1881; br. in-8°.

Etude sur le magnétisme animal; par DE FLEURVILLE. Paris, F. Henry, 1876; in-18.

Physiologie élémentaire de l'Agriculture; par M. DE FLEURVILLE. Paris, Librairie agricole de la Maison rustique, sans date; in-18.

Gesammelte Abhandlungen und Vorträge, von W. SIEMENS. Berlin, Julius Springer, 1881; in-8°.

Catalogue of the phænogamous and vascular cryptogamous plants of Michigan, indigenous, naturalized and adventive; by CH.-F. WHEELER and ERWIN F. SMITH. Langsing, W.-S. George, 1880; in-8°.

Atti della Accademia fisio-medico-statistica di Milano, anno XXXVI dalla fondazione, anno accademico 1881. Milano, tip. Bernardoni, 1881; in-8°.